

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-073997

(43)Date of publication of application : 17.03.1995

(51)Int.Cl.

H05H 1/46

G23C 16/50

G23C 16/52

H01L 21/205

(21)Application number : 06-060681

(71)Applicant : KOBE STEEL LTD

(22)Date of filing : 30.03.1994

(72)Inventor : KUGIMIYA TOSHIHIRO
UEDA HIROICHI
KUWATA MASAKAZU

(30)Priority

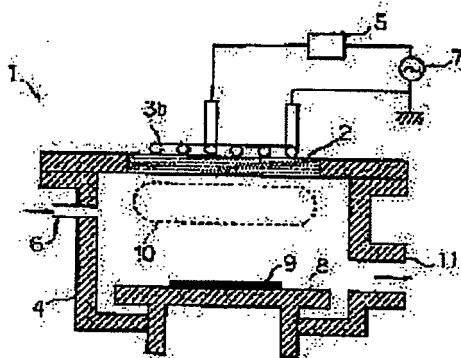
Priority number : 05161442 Priority date : 30.06.1993 Priority country : JP

(54) PLASMA CVD DEVICE AND CVD PROCESSING METHOD EMPLOYING THE DEVICE AND CLEANING METHOD FOR INSIDE OF THE DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a CVD process device which has a plasma generating means constituted by an ICP, and allow a condition for forming a film to be observed from the outside.

CONSTITUTION: CVD process gas is introduced into a vacuum container 4 out of a process gas introducing port 6, and when high frequency electric power is applied to an antenna 3b provided in the vicinity of a dielectrics window 2, a high frequency electric field is induced within the vacuum container 4 by means of electromagnetic waves from the antenna 3b, and CVD process gas is formed into plasma, so that a film is formed over a specimen 9 by the accumulating of decomposition products. The antenna 3b, the dielectrics window 2 and a specimen stand 8 are set over the same shaft of the vacuum container 4 while being aligned in a plane direction, and the antenna 3b and the dielectrics window 2 are made larger in diameter than the specimen 6, so that the film is thereby uniformly formed. Besides, since the dielectrics window 2 is made of transparent material, a proceeding condition for forming the film can be observed from the outside, the film thickness can thereby be measured and controlled by a film thickness measuring means.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-73997

(43) 公開日 平成7年(1995)3月17日

(51) Int.Cl.⁹

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 5 H 1/46

L 9014-2G

C 2 3 C 16/50

16/52

H 0 1 L 21/205

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平6-60681

(22) 出願日 平成6年(1994)3月30日

(31) 優先権主張番号 特願平5-161442

(32) 優先日 平5(1993)6月30日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号

(72) 発明者 釘宮 敏洋

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号

株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(72) 発明者 上田 博一

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号

株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(72) 発明者 桑田 正和

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号

株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

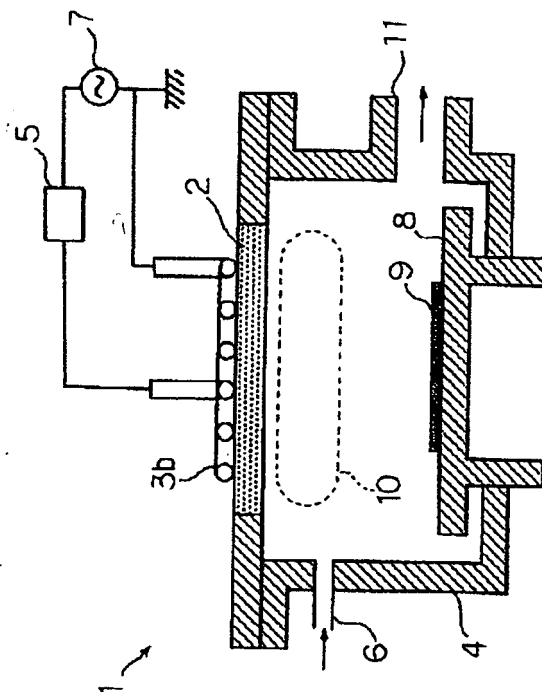
(74) 代理人 弁理士 本庄 武男

(54) 【発明の名称】 プラズマCVD装置と該装置を用いたCVD処理方法及び該装置内の洗浄方法

(57) 【要約】

【目的】 ICPによりプラズマ発生手段を構成し、成膜の状態が装置外部から観測できるプラズマCVD処理装置を提供する。

【構成】 処理ガス導入ポート6からCVD処理ガスを真空容器4内に導入し、誘電体窓2の近傍に配設されたアンテナ3bに高周波電力を供給すると、アンテナ3bからの電磁波により真空容器4内に高周波電場が誘起されCVD処理ガスがプラズマ化され、分解生成物の堆積により試料9に成膜がなされる。上記アンテナ3b及び誘電体窓2、試料台8は、真空容器4の同一軸上に平面方向を一致させて配設されており、アンテナ3b及び誘電体窓2の直径は試料9の直径より大きく形成されているので、均一化された成膜がなされる。又、誘電体窓2は透明体で形成されているので、成膜の進行状態が装置外部から観測でき、膜厚測定手段を用いて膜厚の測定・制御を実施することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 高周波電力が印加された真空容器内に所要のCVD処理ガスを導入してプラズマ化し、該プラズマにより分解された上記CVD処理ガスの分解生成物を上記真空容器内に配置された試料上に堆積させるプラズマCVD装置において、

上記真空容器の外郭上に配設された誘電体窓と、
上記真空容器外の上記誘電体窓の近傍に配設されて真空容器内に高周波電場を誘起させるアンテナと、
上記試料を上記真空容器内の所定位置に保持する試料台とを、上記真空容器の同一軸上に、それぞれの平面方向を一致させて配設したことを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項2】 高周波電力が印加された真空容器内に所要のCVD処理ガスを導入してプラズマ化し、該プラズマにより分解された上記CVD処理ガスの分解生成物を上記真空容器内に配置された試料上に堆積させるプラズマCVD装置において、

上記真空容器の外郭上に配設され、誘電体により上記試料の直径より大なる直径に形成され、上記CVD処理ガスの導入ポートに接続されたガス通路と該ガス通路の処理ガスを真空容器内に放出する複数のガス放出口とを具備してなる誘電体窓と、

上記真空容器外の上記誘電体窓の近傍に配設されて真空容器内に高周波電場を誘起させるアンテナと、
上記試料を上記真空容器内の所定位置に保持する試料台とを、上記真空容器の同一軸上に、それぞれの平面方向を一致させて配設したことを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項3】 上記誘電体窓が配設された真空容器の外郭が開閉可能に形成されてなる請求項1又は2記載のプラズマCVD装置。

【請求項4】 高周波電力が印加された真空容器内に所要のCVD処理ガスを導入してプラズマ化し、該プラズマにより分解された上記CVD処理ガスの分解生成物を上記真空容器内に配置された試料上に堆積させるプラズマCVD装置において、

上記真空容器の外郭上に配設され、透明な誘電体により上記試料の直径より大なる直径に形成されてなる誘電体窓と、

上記真空容器外の上記誘電体窓の近傍に配設されて真空容器内に高周波電場を誘起させるアンテナと、

上記試料を上記真空容器内の所定位置に保持する試料台とを、上記真空容器の同一軸上に、それぞれの平面方向を一致させて配設すると共に、

上記誘電体窓を通して上記試料に検査光を投射し、該試料表面に生成された堆積膜から反射された反射光を受光できる位置に配設され、該反射光の分析により上記堆積膜の膜厚を測定する膜厚測定装置を設けたことを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項5】 上記処理ガスを構成するキャリアガスを上記高周波電場の誘起領域に導入するキャリアガス導入手段と、上記処理ガスを構成するCVD原料ガスを上記プラズマに接する上記試料の上方空間に導入する原料ガス導入手段とを具備してなる請求項1～4のいずれかに記載のプラズマCVD装置。

【請求項6】 上記真空容器内の排気が、上記試料位置を中心とした円周上に設けられた複数の排気口からなされるよう構成された請求項1～5のいずれかに記載のプラズマCVD装置。

【請求項7】 上記誘電体窓が透明体により構成されてなる請求項1～6のいずれかに記載のプラズマCVD装置。

【請求項8】 上記誘電体窓の直径及び上記アンテナの直径が上記試料の直径より大きく形成されてなる請求項1～7のいずれかに記載のプラズマCVD装置。

【請求項9】 真空容器の外郭上に配設され、透明な誘電体により上記真空容器内に配置される試料の直径より大なる直径に形成されてなる誘電体窓と、上記真空容器外の上記誘電体窓の近傍に配設されて真空容器内に高周波電場を誘起させるアンテナと、上記試料を上記真空容器内の所定位置に保持する試料台とを、上記真空容器の同一軸上に、それぞれの平面方向を一致させて配設すると共に、上記誘電体窓を通して上記試料に検査光を投射し、該試料表面に生成された堆積膜から反射された反射光を受光できる位置に配設され、該反射光の分析により上記堆積膜の膜厚を測定する膜厚測定装置を具備して構成され、上記真空容器内に導入された上記CVD処理ガスを上記アンテナにより真空容器内に誘起された高周波電場によりプラズマ化し、該プラズマにより分解された分解生成物を上記試料上に堆積させるプラズマCVD装置を用いたプラズマCVD処理方法において、

上記堆積プロセス中の試料表面の堆積膜厚を上記膜厚測定装置により測定し、該測定値が所望の膜厚になったとき上記アンテナへの高周波電力の供給を停止させることを特徴とするプラズマCVD処理方法。

【請求項10】 真空容器の外郭上に配設され、透明な誘電体により上記真空容器内に配置される試料の直径より大なる直径に形成されてなる誘電体窓と、上記真空容器外の上記誘電体窓の近傍に配設されて真空容器内に高周波電場を誘起させるアンテナと、上記試料を上記真空容器内の所定位置に保持する試料台とを、上記真空容器の同一軸上に、それぞれの平面方向を一致させて配設すると共に、上記誘電体窓を通して上記試料に検査光を投射し、該試料表面に生成された堆積膜から反射された反射光を受光できる位置に配設され、該反射光の分析により上記堆積膜の膜厚を測定する膜厚測定装置を具備して構成され、上記真空容器内に導入された上記CVD処理ガスを上記アンテナにより真空容器内に誘起された高周波電場によりプラズマ化し、該プラズマにより分解され

た分解生成物を上記試料上に堆積させるプラズマCVD装置を用いたプラズマCVD処理方法において、上記膜厚測定装置により試料表面の堆積膜厚を測定し、該測定値が所望の膜厚になったとき上記CVD処理ガスを構成するCVD原料ガス、反応ガス、希釈ガスの成分及び混合比の一方又は両方を変更して、異種類のCVD膜堆積を連続して行うことを特徴とするプラズマCVD処理方法。

【請求項11】 真空容器に設けられた誘電体窓の近傍に配設されたアンテナにより該真空容器内に高周波電場を誘起させ、真空容器内に導入されたCVD処理ガスをプラズマ化し、該プラズマにより分解された分解生成物を上記真空容器内に配置された試料上に堆積させるプラズマCVD装置の洗浄方法において、上記真空容器内に所要のCVD処理ガスを導入してプラズマCVD処理を行った後、上記真空容器内にCVD処理ガスに代えてフッ化ガスを導入し、該フッ化ガスによるプラズマにより上記CVD装置内の洗浄を行うことを特徴とするプラズマCVD装置の洗浄方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体集積回路の製造プロセス等に用いられるプラズマCVD装置に係り、詳しくは、プラズマ発生手段として誘導結合型のプラズマであるICP (Inductively Coupled Plasma) を用いてプラズマCVD装置を構成すると共に、CVDによる成膜状態の観測を可能に構成して、成膜プロセスの進行を自動制御できるようにしたプラズマCVD装置と該装置を用いたCVD処理方法及び該装置の洗浄方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体集積回路の製造プロセスにおけるCVD (Chemical Vapor Deposition—化学的気相堆積法) 処理に用いられる従来技術として、平行平板電極型プラズマCVD装置あるいはECR (Electron Cyclotron Resonance—電子サイクロトロン共鳴) プラズマCVD装置が知られている。上記平行平板電極型プラズマCVD装置は、図12に概略構成図として示すように構成される。図12において、平行平板電極型プラズマCVD装置60は、真空容器64内に平板状に形成された上部電極61と下部電極62とが平行に向かい合って配置され、上部電極61に高周波電源65から高周波電力が印加される。下部電極62上にはCVD処理を行う試料63が載置され、該下部電極62は接地電位に接続される。図示するように、上部電極61に設けられた流路からCVD処理ガスが真空容器64内に導入されると、各電極61、62間にプラズマが発生し、該プラズマにより生成されたCVD処理ガスの分解生成物が試料63上に堆積され、試料63の表面に成膜が施される。又、上記ECRプラズマCVD装置は、図13に概略構成図と

して示すように構成される。図13において、ECRプラズマCVD装置66は、円筒状に形成された真空容器67の軸方向に設けられた誘電体窓68からマイクロ波が真空容器67内に導入されると共に、真空容器67と同軸に配設された磁場発生コイル69から真空容器67内に磁場が印加される。真空容器67の軸方向の所定位置に配設された試料台70上に試料71を載置して、真空容器67内にCVD処理ガスを導入すると、真空容器67内にECRプラズマが発生し、該プラズマにより生成されたCVD処理ガスの分解生成物が試料71上に堆積され、試料71の表面に成膜が施される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記平行平板電極型プラズマCVD装置においては、試料がプラズマ中に曝されるため、プラズマによる副生成物が堆積膜中に混入する問題点、プラズマによって生成された分解生成物がパーティクルとして電極部分に付着し、成膜中に試料上に脱落するため成膜品質が低下する問題点、更に、電極がプラズマ中に曝されるため、電極材料が成膜内に混入し成膜品質を低下させる問題点があった。又、上記ECRプラズマCVD装置においては、プラズマによる分解生成物がマイクロ波を導入する誘電体窓に付着するため、プラズマ密度の均一性が損なわれ、膜厚の不均一、あるいは成膜速度の変化等として影響する問題点、サイクロトロン共鳴を行わせるために磁場発生コイルの設置等が必要で非常に大型で高価な装置となる問題点、試料が大口径化した場合に装置も大型化する問題点があった。更に、従来のプラズマCVD装置では、成膜中の試料表面を観測することは不可能であるため、CVDによる成膜厚を設定するには、目標膜厚に成膜された装置の成膜速度を算出して、目標成膜時間を設定しなければならない問題点があった。本発明は、上記従来のプラズマCVD装置の諸問題点を解決すべくなされたもので、ICPによりプラズマCVD装置を構成して、成膜内に不純物の混入のない高品質の成膜を可能とすると共に、成膜中の試料表面の観測及び膜厚測定を可能に構成し、成膜制御を可能にしたプラズマCVD装置及び該装置を用いたCVD処理方法を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために本発明が採用する第1の手段は、高周波電力が印加された真空容器内に所要のCVD処理ガスを導入してプラズマ化し、該プラズマにより分解された上記CVD処理ガスの分解生成物を上記真空容器内に配置された試料上に堆積させるプラズマCVD装置において、上記真空容器の外郭上に配設された誘電体窓と、上記真空容器外の上記誘電体窓の近傍に配設されて真空容器内に高周波電場を誘起させるアンテナと、上記試料を上記真空容器内の所定位置に保持する試料台とを、上記真空容器の同一軸上に、それぞれの平面方向を一致させて配設したこと

を特徴とするプラズマCVD装置として構成される。上記構成において、誘電体窓を透明体により形成し、誘電体窓及びアンテナの直径を試料の直径より大きく形成することができる。又、第2の手段は、高周波電力が印加された真空容器内に所要のCVD処理ガスを導入してプラズマ化し、該プラズマにより分解された上記CVD処理ガスの分解生成物を上記真空容器内に配置された試料上に堆積させるプラズマCVD装置において、上記真空容器の外郭上に配設され、誘電体により上記試料の直径より大なる直径に形成され、上記CVD処理ガスの導入

10 ポートに接続されたガス通路と該ガス通路の処理ガスを真空容器内に放出する複数のガス放出口とを具備してなる誘電体窓と、上記真空容器外の上記誘電体窓の近傍に配設されて真空容器内に高周波電場を誘起させるアンテナと、上記試料を上記真空容器内の所定位置に保持する試料台とを、上記真空容器の同一軸上に、それぞれの平面方向を一致させて配設したことを特徴とするプラズマCVD装置として構成される。

【0005】更に、第3の手段は、高周波電力が印加された真空容器内に所要のCVD処理ガスを導入してプラズマ化し、該プラズマにより分解された上記CVD処理ガスの分解生成物を上記真空容器内に配置された試料上に堆積させるプラズマCVD装置において、上記真空容器の外郭上に配設され、誘電体により上記試料の直径より大なる直径に形成されてなる誘電体窓と、上記真空容器外の上記誘電体窓の近傍に配設されて真空容器内に高周波電場を誘起させるアンテナと、上記試料を上記真空容器内の所定位置に保持する試料台とを上記真空容器の同一軸上に、それぞれの平面方向を一致させて配設すると共に、上記誘電体窓が配設された真空容器の外郭が閉

10

20

30

40

50

入手段と、上記処理ガスを構成するCVD原料ガスを上記プラズマに接する上記試料の上方空間に導入する原料ガス導入手段とを具備させることができる。

【0006】又、上記第1及び第2、第3、第4の手段において、上記真空容器内の排気が、上記試料位置を中心とした円周上に設けられた複数の排気口からなされるよう構成することができる。更に、本発明が採用する第1の方法は、真空容器の外郭上に配設され、透明な誘電体により上記真空容器内に配置される試料の直径より大なる直径に形成されてなる誘電体窓と、上記真空容器外の上記誘電体窓の近傍に配設されて真空容器内に高周波電場を誘起させるアンテナと、上記試料を上記真空容器内の所定位置に保持する試料台とを、上記真空容器の同一軸上に、それぞれの平面方向を一致させて配設すると共に、上記誘電体窓を通して上記試料に検査光を投射し、該試料表面に生成された堆積膜から反射された反射光を受光できる位置に配設され、該反射光の分析により上記堆積膜の膜厚を測定する膜厚測定装置を具備して構成され、上記真空容器内に導入された上記CVD処理ガスを上記アンテナにより真空容器内に誘起された高周波電場によりプラズマ化し、該プラズマにより分解された分解生成物を上記試料上に堆積させるプラズマCVD装置を用いたプラズマCVD処理方法において、上記堆積プロセス中の試料表面の堆積膜厚を上記膜厚測定装置により測定し、該測定値が所望の膜厚になったとき上記アンテナへの高周波電力の供給を停止させることを特徴とするプラズマCVD処理方法である。

【0007】更に、第2の方法は、真空容器の外郭上に配設され、透明な誘電体により上記真空容器内に配置される試料の直径より大なる直径に形成されてなる誘電体窓と、上記真空容器外の上記誘電体窓の近傍に配設されて真空容器内に高周波電場を誘起させるアンテナと、上記試料を上記真空容器内の所定位置に保持する試料台とを、上記真空容器の同一軸上に、それぞれの平面方向を一致させて配設すると共に、上記誘電体窓を通して上記試料に検査光を投射し、該試料表面に生成された堆積膜から反射された反射光を受光できる位置に配設され、該反射光の分析により上記堆積膜の膜厚を測定する膜厚測定装置を具備して構成され、上記真空容器内に導入された上記CVD処理ガスを上記アンテナにより真空容器内に誘起された高周波電場によりプラズマ化し、該プラズマにより分解された分解生成物を上記試料上に堆積させるプラズマCVD装置を用いたプラズマCVD処理方法において、上記膜厚測定装置により試料表面の堆積膜厚を測定し、該測定値が所望の膜厚になったとき上記CVD処理ガスを構成するCVD原料ガス、反応ガス、希釈ガスの成分及び混合比の一方又は両方を変更して、異種類のCVD膜堆積を連続して行うことを特徴とするプラズマCVD処理方法である。更に、第3の方法は、真空容器に設けられた誘電体窓の近傍に配設されたアンテナ

により該真空容器内に高周波電場を誘起させ、真空容器内に導入されたCVD処理ガスをプラズマ化し、該プラズマにより分解された分解生成物を上記真空容器内に配置された試料上に堆積させるプラズマCVD装置の洗浄方法において、上記真空容器内に所要のCVD処理ガスを導入してプラズマCVD処理を行った後、上記真空容器内にCVD処理ガスに代えてフツ化ガスを導入し、該フツ化ガスによるプラズマにより上記CVD装置内の洗浄を行うことを特徴とするプラズマCVD装置の洗浄方法である。

【0008】

【作用】本願の第1の発明によれば、真空容器の外郭に設けられた誘電体窓の近傍に配設されたアンテナに高周波電力を供給すると、アンテナからの電磁波により真空容器内に高周波電場が誘起される。この高周波電場により真空容器内に導入されたCVD処理ガスがプラズマ化され、該プラズマによって生成された分解生成物を真空容器内に配置した試料上に堆積させることにより、試料表面に成膜がなされる。上記誘電体窓とアンテナと試料台とは、真空容器の同一軸上に平面方向を一致させて配設されるので、真空容器内に発生するプラズマが拡散し、試料に対してプラズマによる分解生成物を堆積させるCVD作用が均一になされる。又、上記誘電体窓及びアンテナの直径を試料の直径より大に形成することにより、試料に対するCVD作用が更に均一になされる。この分解生成物の堆積による成膜の進行状態は、透明な誘電体窓と試料台とが同一平面に配設されていることから、誘電体窓を通して観測することが可能となる。請求項1及び請求項2、3がこれに対応する。本願の第2の発明によれば、上記第1の発明による構成に併せ、誘電体窓にCVD処理ガスのガス通路と真空容器内へのガス放出口が設けられ、CVD処理ガスは上記ガス通路とガス放出口を通じて真空容器内に導入されるので、プラズマ発生領域に均一に処理ガスの供給がなされる。請求項4がこれに対応する。本願の第3の発明によれば、上記第1の発明による構成に併せ、上記誘電体窓が配設された真空容器の外郭が開閉可能に構成されることにより、真空容器内への試料の出し入れ、真空容器の内壁面及び誘電体窓内面の清掃等が容易に実施できる。請求項5がこれに対応する。本願の第4の発明によれば、上記第1の発明の構成に併せ、膜厚測定装置が配設され、真空容器内で進行する試料表面の成膜過程の膜厚を随時測定することができる。従って、試料上の成膜厚の分布状態の測定、あるいは所定の膜厚になったとき装置の動作を停止させる制御などを実施することができる。請求項6がこれに対応する。

【0009】上記第1及び第3、第4の発明において、CVD処理ガスをキャリアガスとCVD原料ガスとに分離して供給するキャリアガス導入手段と原料ガス導入手段とを設けることにより、キャリアガスをアンテナから

の電磁波によりプラズマ化し、そのプラズマによりCVD原料ガスを分解させることができるので、試料への成膜はCVD原料ガスの分解生成物によって重点的になされ、成膜品質を向上させることができる。請求項7がこれに対応する。又、真空容器内からの排気を試料位置を中心とする円周上から均等に行うことによって、真空容器内のガスの流れが試料に対して均一になり、均一な成膜がなされると共に、誘電体窓や真空容器内への分解生成物の付着が抑制される。請求項8がこれに対応する。

10 本願の第5の発明は、上記第4の発明による構成を用いたCVD処理方法を示すもので、膜厚測定装置により試料上の成膜厚を測定して、その測定値が所定の膜厚になったとき、アンテナからの高周波電力の印加を停止させるよう制御すると、常に一定の膜厚での成膜が実施できるCVD処理方法が提供される。請求項9がこれに対応する。本願の第6の発明は、上記第4の発明による構成を用いて複数種の成膜を連続して実施するCVD処理方法を示すもので、膜厚測定装置により試料上の成膜厚を測定して、その測定値が所定の膜厚になったとき、CVD処理ガスの成分及び混合比の一方又は両方を変更することにより、異なる種類の成膜が引き続き実施できるCVD処理方法が提供される。請求項10がこれに対応する。本願の第7の発明は、上記構成になるプラズマCVD装置内の洗浄方法を示すもので、真空容器内にCVD処理ガスを導入したCVD処理を行った後、CVD処理ガスに代えてフッ素ガスを真空容器内に導入してプラズマ化させ、該プラズマにより真空容器の内壁及び誘電体窓に付着したCVD膜をエッチング処理により除去する。この洗浄により誘電体窓の透明状態及び高周波電力の導入状態が刷新される。この洗浄を随時行うことにより、安定したCVD成膜が持続される。請求項11がこれに対応する。

【0010】

【実施例】以下、添付図面を参照して本発明を具体化した実施例につき説明し、本発明の理解に供する。尚、以下の実施例は本発明を具体化した一例であって、本発明の技術的範囲を限定するものではない。ここに、図1は本発明の第1実施例に係るプラズマCVD装置の構成を示す模式図、図2は実施例に係るアンテナの構成を示す平面図である。図1において、第1実施例に係るプラズマCVD装置1は、円筒状に形成され、ガス導入ポート6と真空排気のための排気ポート11とを備えた真空容器4と、該真空容器4の中心軸線上に設けられ、透明な石英ガラスによって形成された誘電体窓2と、該誘電体窓2の近傍に配置されたアンテナ3と、該アンテナ3に高周波電力をマッチング回路5を介して供給する高周波電源7と、上記真空容器4の中心軸線上の任意位置に移動可能に配設され、試料9を載置する試料台8とを具備して構成されている。上記構成において、上記アンテナ3、誘電体窓2、試料台8、試料9は真空容器4の中心

軸上に、それぞれの平面方向を一致させて配設される。又、誘電体窓2は、CVD処理される試料9の直径よりも十分に大きな直径に形成され、真空容器4の上部外郭上に配設されている。又、アンテナ3は、図2(a)に示す1ループもしくは図2(b)に示す渦巻き状のループアンテナとして形成することができる。図1に示すプラズマCVD装置1では、図2(b)に示す渦巻き状ループの直径が試料9の直径より大きく形成されたアンテナ3bを採用し、誘電体窓2を通して真空容器4内に該真空容器4の中心軸線から内壁方向に同心円状に均一な高周波電力を導入できるよう構成されている。

【0011】上記構成により、真空容器4内を排気ポート11から排気すると共に、ガス導入ポート6からCVD処理ガスを導入し、高周波電源7から高周波電力をアンテナ3bに印加すると、アンテナ3bからの電磁波により真空容器4内に高周波電場が誘起され、この高周波電場は自然放射線等によって真空容器4内に発生した電子を加速し、CVD処理ガス中の中性原子と衝突して該中性原子をイオン化してイオンと電子とを生成する。新たに発生した電子は高周波電場により加速され、イオンと電子を生成する過程を繰り返す。このようにしプラズマ密度がある程度以上上昇すると、プラズマ中の電子密度が上昇してプラズマ中の電子の応答周波数を上昇させ、プラズマはあたかも導電体のように作用して高周波電界を遮断するかのように電流が流れて、電磁波を遮断し始める。このとき、プラズマ固有の特殊なモード以外はプラズマ内部に電磁波が入らないため、表面のプラズマのみがアンテナ3bからの電磁波のエネルギーを得てプラズマ密度を更に上昇させ、プラズマ内部に拡散する。上記のようにして発生したプラズマ10により生成される処理ガスの分解生成物は試料9上に堆積される。試料9は試料台8を移動させてプラズマ10に直接曝されない位置に試料表面(堆積膜を形成させたい部分)を配置すれば、成膜中に不純物の混入がない緻密なCVD膜が形成される。又、上記構成は図1に示すように、誘電体窓2及びアンテナ3bの直径が試料9の直径より大きく形成されており、誘電体窓2、アンテナ3b、試料9がそれぞれ同一軸上に平面方向を一致させて配設されているので、透明な誘電体窓2から試料9を透視すると、試料表面全体を観測することができる。この構成により、試料9表面に成膜がなされていく状態を随時観測することが可能となる。上記第1実施例構成では、処理ガスの導入が真空容器4の側面からなされていたが、真空容器4内の所要位置での処理ガスの密度分布を均一化することにより、CVDによる成膜をより均一化させることができる。この処理ガスの密度分布の均一化を図った構成を第2実施例として次に説明する。尚、上記第1実施例の構成と同一の要素には同一の符号を付して、その説明は省略する。

【0012】図3は第2実施例に係るプラズマCVD装

置20の構成を断面で示す模式図である。本構成では、真空容器22内への処理ガスの導入は、誘電体窓21に設けられたガス通路23と、このガス通路23から真空容器22内に開口する多数のガス放出口24とからなされる。図4(b)は誘電体窓21を真空容器22内から見た平面図で、誘電体窓21の全面にほぼ均等にガス放出口24、24…が配置されており、各ガス放出口24は図4(a)に示すように、誘電体窓21内に形成されたガス通路23に連通している。ガス通路23はガス導入ポート25に接続されており、供給される処理ガスはガス導入ポート25からガス通路23を通して各ガス放出口24から真空容器22内に導入される。本構成では、処理ガスは多数のガス放出口24から真空容器22内に導入されるので、処理ガスのプラズマ生成領域における密度分布が均一になされる結果、プラズマの密度分布も均一化され、CVDによる成膜も均一化される。特に $\sim 10\text{ Torr}$ 程度の中圧力において、試料9に対する処理ガスの均一な流れを作ることができるので、大面積の試料に対しても均一な成膜が行うことができる。上記処理ガスは、プラズマを発生させるためのキャリアガスと、成膜の材料となるCVD原料ガスとを含んで構成されているが、このキャリアガスとCVD原料ガスとを別々に真空容器内の所要領域に導入することにより、成膜品質の向上を図ることができる。この構成を第3実施例及び第4、第5実施例として次に説明する。尚、上記第1及び第2実施例と共通する要素には同一の符号を付して、その説明は省略する。ここに、図5は第3実施例に係るプラズマCVD装置の構成を示す模式図、図6は第4実施例に係るプラズマCVD装置の構成を示す模式図、図7は実施例に係るシールドボックスの構成を示す斜視図、図8は第5実施例に係るプラズマCVD装置の構成を示す模式図である。

【0013】図5において、第3実施例に係るプラズマCVD装置26は、真空容器27内への処理ガスの導入をキャリアガスとCVD原料ガスとに分離して行うように構成されている。上記キャリアガスはキャリアガス導入ポート28から真空容器27内に供給され、誘電体窓2の下部空間に導入される。又、上記CVD原料ガスは原料ガス導入ポート29から真空容器27内に供給され、試料9の上部空間に導入される。上記構成により、キャリアガスはアンテナ3bから誘電体窓2を通して真空容器27内に印加される電磁波によりプラズマ化され、このプラズマによりCVD原料ガスがプラズマ化される。この構成では先の実施例と異なり、キャリアガスとCVD原料ガスとが混合された処理ガスをプラズマ化するのではなく、成膜材料となるCVD原料ガスがキャリアガスのプラズマにより分解されるので、成膜はCVD原料ガスの分解生成物によって重点的になされる結果、不純物の混入が少ない高品質の成膜がなされる。上記第3実施例構成におけるキャリアガスとCVD原料ガ

スとの真空容器27内における密度分布を均一化して、成膜の均一化を向上させるために、図6に示すような構成を採用することができる。図6において、第4実施例に係るプラズマCVD装置30は、真空容器31内の誘電体窓2の下部空間にキャリアガス導入リング32、試料台8の上部空間に原料ガス導入リング33を配設して、それぞれキャリアガス導入ポート28、原料ガス導入ポート29に接続して構成されている。上記キャリアガス導入リング32及び原料ガス導入リング33は、円環状に形成されたパイプの内周面に多数のガス放出口を均等に開口させて形成されており、それぞれのガスはガス放出口から円環状リングの中心方向に放出される。従って、各円環状リング内に均一な密度分布で各ガスが導入される。

【0014】本構成では、誘電体窓2は真空容器31の上部外郭に配設された円環状の支持部材34に装着されており、この支持部材34の誘電体窓支持位置の厚さを変えることによって試料台8と誘電体窓2との距離を変化させることができる。又、誘電体窓2の上方はアンテナ3bを内包するシールドボックス35で覆われてい

このシールドボックス35は、アンテナ3bから真空容器31の外方向に放射される電磁波を遮蔽するもので、図7に示すように構成されている。図7において、シールドボックス35は、誘電体窓2側の下部にアンテナ3bを収容する開口部36を設けて箱状に形成されたアルミニウム容器37の上部をアルミニウムネット38及びアクリル板39により閉じて、電磁的シールド構造に形成されている。このシールドボックス35を設けることによって、真空容器31内で進行する成膜の観測の際に、誘電体窓2の至近位置に近づく人体への電磁波の影響を排除することができる。成膜の観測は、アンテナ3bからの電磁波の放射を受けることなく、透明なアクリル板39、アルミニウムネット38、誘電体窓2を通して試料台8上の試料9を見ることでなされる。上記第4実施例の構成では、導入ガスの密度分布の均一化が図られるが、真空容器内からの排気構造を改良することにより更なる均一化の向上を実現させることができる。図8に示す第5実施例構成は、この排気構造の改良がなされたものである。図8に示す第5実施例に係るプラズマCVD装置40では、真空容器41に該真空容器41の中心軸に対して排気コンダクタンスが等しい排気構造を形成することによって、排気の流れを均一化することができる。他の構成は上記第4実施例構成と同等であるので、その説明は省略する。

【0015】図8において、真空容器41の中心軸43上に、アンテナ3b、誘電体窓2、キャリアガス導入リング32、原料ガス導入リング33、試料9、試料台42がそれぞれの中心軸を一致させると共に、それぞれの平面方向を一致させて配設されている。排気ポート44につながる真空容器41内の排気口45は、試料台42

の周囲に真空容器41の中心軸43を中心として均等配置された複数の排気口45、45…として形成されている。上記実施例では、排気口45を中心軸43に対して4か所に対称に配置しているが、排気口径、形状、総数、間隔は装置の状態に応じて変化させることができる。又、排気口45は試料台42の周囲に円環状に形成し、試料台45の支持は別途しかるべき手段によって行ってもよい。この構成により、試料9に対するCVD処理ガスの流れが均一化され、プラズマによる分解生成物の均一な流れにより試料9に対する均一な成膜が実施される。又、誘電体窓2や真空容器41への分解生成物の付着が抑制される効果も同時に実現される。この排気構造は、図8に示す第4実施例への適用だけでなく、他の構成に適用しても、ガスの流れが試料台42を中心として均等になるので、成膜の均一化が向上する。次に、上記プラズマCVD装置30により、8インチのシリコンウェハを試料9として、その表面にシリコン酸化膜を成膜させる動作を実施した成果について以下に説明する。図6に示す誘電体窓2として、石英ガラスを直径29cm、厚さ2cmの円盤状に形成し、その上面に1/4インチの銅パイプを最大径20cmで3ターンの渦巻きループに形成したアンテナ3bを配置して、所要周波数の高周波電力が印加される。真空容器31内へのガス導入は、直径35cmに形成されたキャリアガス導入リング32、原料ガス導入リング33を用いて、それぞれを試料台8から13cm、1.5cmの位置に配設する。

【0016】上記構成のもとに、原料ガス導入ポート29からAr（アルゴン）バブリングによってTEOS（珪酸エチル）蒸気を所定温度に保って5~60sccmのガス流量、キャリアガス導入ポート28からO₂（酸素）を0~200sccmのガス流量でそれぞれ流量制御してガス導入すると共に、排気ポート11から排気を行って、真空容器31内の成長圧は0.1~1.0Torrに制御する。又、アンテナ3への高周波電力は200W~2kW、試料台8の温度は室温~400℃に制御する。上記成膜条件によって成膜されたシリコン酸化膜の屈折率は1.455となり、熱酸化膜と同程度の値が示された。又、成膜速度は5000Å/minの高速成膜が実現され、面内成膜分布は5%であった。更に、シリコン酸化膜の耐HF性（HF水溶液に対するエッチレート）は、従来報告されている平行平板型プラズマCVD装置、あるいはECRプラズマCVD装置を用いた場合のTEOS-シリコン酸化膜に比べて、膜質を飛躍的に向上させることができた。更に、シリコン酸化膜の段差被覆性（ステップカバレッジ）は、従来報告されている平行平板型プラズマCVD装置による場合とほぼ等しい結果が得られた。尚、上記成膜条件において、キャリアガスにO₂とArの混合ガス、又はArのみを使用した場合にも同等の結果が得られた。以上の結果は、本発明になる装置構成及びプラズマ発生手段によっ

てのみなされるもので、従来、高密度のプラズマ発生手段を有するプラズマCVD装置に高分子有機材料であるTEOSを原料ガスとした場合には優れた段差被覆性は得られないとされてきたが、本構成になるプラズマCVD装置では、優れた結果が得られることが実証された。以上説明したように本実施例になるプラズマCVD装置では、透明な誘電体窓を通して試料に施されるCVD成膜の状態が観測できる特徴がある。この試料9の表面が観測できる構成を利用して膜厚測定装置により、成膜過程の膜厚の測定が可能となる。この構成を第6及び第7実施例として以下に説明する。

【0017】ここに、図9は第6実施例に係るプラズマCVD装置の構成を示す模式図、図10は第7実施例に係るプラズマCVD装置の構成を示す模式図である。図9において、第6実施例に係るプラズマCVD装置46は、真空容器47の軸方向に膜厚測定装置12を配設して構成される。この膜厚測定装置12は、成膜表面からの光反射スペクトルにより膜厚を測定するもので、測定光を透明な誘電体窓2を通して試料9に投射し、その反射光を捉え、反射光を分光して、分光スペクトルの周期から計算機18により膜厚を演算する。本実施例で使

用した膜厚測定装置12は、1回の測定と膜厚の算出に要する時間が約2秒であるため、2秒毎の膜厚と2秒毎の成膜速度が計測される。上記膜厚測定装置12の測定値出力により、成膜プロセスの制御を実施することができる。この構成を第7実施例として以下に説明する。図10において、第7実施例に係るプラズマCVD装置15は、上記第6実施例による構成に併せて、制御装置17を設けて構成されている。該制御装置17は、膜厚測定装置12の測定データから膜厚を演算する計算機18の出力値により動作して高周波電源7を制御する。膜厚測定装置12及び計算機18により成膜過程の膜厚を測定し、成膜厚が所定の膜厚になったとき、計算機18からの出力信号により制御装置17は動作して、高周波電源7の出力を停止させるので、アンテナ3から真空容器4内に印加される高周波電力が停止し成膜が終了する。上記構成は1種類の成膜の制御であるが、膜厚測定装置12により成膜厚が検出できることを利用して、複数種類の成膜を連続して制御するCVD処理方法が実施できる。この方法を第8実施例として以下に説明する。本実施例による連続成膜方法として、シリコンウェハ上にNSG(シリコン酸化膜)を成膜した後、PSG膜(リンが添加されたシリコン酸化膜)を形成する場合を例として示す。

【0018】シリコンウェハを試料9として真空容器47内に配置し、真空容器47内にCVD処理ガスとして、原料ガス導入ポート29からアルゴンバブリングによるTEOS(珪酸エチル)と、キャリアガス導入ポート28からO₂(酸素)とを導入し、試料9の表面にシリコン酸化膜を形成させる。この成膜の膜厚が500Å

に成長するまで成膜を続け、次にプラズマを停止させずに新たにPH₃(ホスフィン)を真空容器47内に添加導入して、PSG膜を8000Å成膜する。この後、PSG膜にリフロー(900℃以上の熱処理を施すことにより堆積膜を流動させ平滑化する公知技術)を施し、平坦な膜を形成する。上記方法によれば、プラズマの発生を停止せずに成分及び混合比の異なった処理ガスにより、連続した複合膜を成膜するため、上記のようにNSG-PSGの2種類の膜を成膜するとき、成膜行程が簡略化でき、又、プラズマのオン・オフの繰り返しが増加するため、特にプラズマの発生直後の不安定なプラズマに処理ガスが曝されることなく、品質の安定したCVD膜が得られる。以上説明したプラズマCVD装置において、プラズマに曝される誘電体窓2には成膜のための堆積物が付着して、試料9の透視あるいは膜厚測定装置12の測定、更には、アンテナ3からの高周波電力の印加が不均一となる。そこで、随時真空容器4内の清掃又は洗浄を行うことで誘電体窓2のクリーニングを実施する。この装置内の清掃が容易にできる構成及び装置内の洗浄方法を第9実施例及び第10実施例として以下に説明する。図11は第9実施例に係るプラズマCVD装置48の構成を示し、真空容器49の上部外郭50が誘電体窓2及びアンテナ3と共に開閉できるように構成されている。

【0019】図11において、真空容器49の上部外郭50には支持部材51が取り付けられ、この支持部材51によって誘電体窓2が上部外郭50に装着される。誘電体窓2には先に説明したシールドボックス35に囲まれてアンテナ3が配置されている。本構成では、上記支持部材51に図示するように冷却水循環路52が設けられており、アンテナ3への高周波電力投入に伴う誘電体窓2の温度上昇の抑制が図られている。上記のように誘電体窓2及びアンテナ3が搭載された上部外郭50は、真空容器49の一端を支点とする蝶番53により開閉可能に真空容器49の本体に取り付けられる。上部外郭50を開閉構造とした真空容器49の気密構造を維持させるために、真空容器49に気密リング54が設けられる。図11に示すように、上部外郭50を開くと、真空容器49の上部が開放されるので、試料9の出し入れが容易になるばかりでなく、真空容器49の内壁及び誘電体窓2の内面側の清掃が容易に実施できる。次いで、真空容器内に発生させるプラズマにより真空容器内の洗浄を行う方法を第10実施例として説明する。図6に示した第4実施例に係るプラズマCVD装置30により実施する場合の例である。他の構成においても同様に実施することができる。CVD膜の成膜が終了した時点で、真空容器31内へキャリアガス導入ポート28からフッ化ガスであるSF₆とO₂とを導入して、成膜時と同様にプラズマを発生させ、該プラズマによるエッチングにより誘電体窓2及び真空容器31内に付着した堆積物を除

去する。ガス流量はSF₆を30sccm、O₂を30sccmとし、真空容器31内の圧力を0.1Torr、アンテナ3への投入電力を2kWとし、30分間にわたって洗浄動作を実行させる。この洗浄のためのプラズマ発生により、真空容器31の内壁及び誘電体窓2の内面に付着したシリコン酸化膜がプラズマのエッチング作用により除去される。

【0020】

【発明の効果】第1の発明によれば、誘導結合型のプラズマ(ICP)をプラズマCVD装置として利用すること

を可能にすると共に、アンテナと誘電体窓と試料台とを真空容器の同一軸上に平面方向を一致させて配設することにより、均一な密度分布のプラズマによる均一な成膜がなされる効果を奏する。(請求項1)

又、誘電体窓が透明体により形成され、誘電体窓と試料台との平面方向が一致していることにより、成膜の進行状態が誘電体窓を通して観測することができる。(請求項2)

更に、アンテナ及び誘電体窓の直径が試料の直径より大きく形成されるので、大面積の試料に対しても成膜の均一化がなされる。(請求項3)

第2の発明によれば、誘電体窓にCVD処理ガスのガス通路と真空容器内へのガス放出口が設けられ、CVD処理ガスは上記ガス通路とガス放出口を通じて真空容器内に導入されるので、プラズマ発生領域に均一に処理ガスの供給がなされる。(請求項4)

本願の第3の発明によれば、上記第1の発明による構成に併せ、上記誘電体窓が配設された真空容器の外部が開閉可能に構成されることにより、真空容器内への試料の出し入れ、真空容器の内壁及び誘電体窓内面の清掃等が容易に実施できる。(請求項5)

本願の第4の発明によれば、上記第1の発明の構成に併せ、膜厚測定装置が配設され、真空容器内で進行する試料表面の成膜過程の膜厚を随時測定することができる。従って、試料上の成膜厚の分布状態の測定、あるいは所定の膜厚になったとき装置の動作を停止させる制御などを実施することができる。(請求項6)

【0021】上記第1及び第3、第4の発明において、CVD処理ガスをキャリアガスとCVD原料ガスとに分離して供給するキャリアガス導入手段と原料ガス導入手段とを設けることにより、キャリアガスをアンテナからの電磁波によりプラズマ化し、そのプラズマによりCVD原料ガスを分解させることができるので、試料への成膜はCVD原料ガスの分解生成物によって重点的になされ、成膜品質を向上させることができる。(請求項7)

又、真空容器内からの排気を試料位置を中心とする円周上から均等に行うことによって、真空容器内のガスの流れが試料に対して均一になり、均一な成膜がなされると共に、誘電体窓や真空容器内への分解生成物の付着が抑制される。(請求項8)

本願の第5の発明によれば、膜厚測定装置により試料上の成膜厚を測定して、その測定値が所定の膜厚になったとき、アンテナからの高周波電力の印加を停止させるよう制御すると、常に一定の膜厚での成膜が実施できるCVD処理方法が提供される。(請求項9)

本願の第6の発明によれば、膜厚測定装置により試料上の成膜厚を測定して、その測定値が所定の膜厚になったとき、CVD処理ガスの成分及び混合比の一方又は両方を変更することにより、異なる種類の成膜が引き続き実施できるCVD処理方法が提供される。(請求項10)

本願の第7の発明によれば、真空容器内にCVD処理ガスを導入したCVD処理を行った後、CVD処理ガスに代えてフッ素ガスを真空容器内に導入してプラズマ化させ、該プラズマにより誘電体窓に付着したCVD膜をエッチング処理により除去する。この洗浄により誘電体窓の透明状態及び高周波電力の導入状態が刷新される。この洗浄を随時行うことにより、安定したCVD成膜が持続される。(請求項11)

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1実施例に係るプラズマCVD装置の構成を示す模式図。

【図2】 実施例に係るアンテナの構成を示す平面図。

【図3】 第2実施例に係るプラズマCVD装置の構成を示す模式図。

【図4】 第2実施例に係る誘電体窓の構成を示す断面図(a)と平面図(b)。

【図5】 第3実施例に係るプラズマCVD装置の構成を示す模式図。

【図6】 第4実施例に係るプラズマCVD装置の構成を示す模式図。

【図7】 第4実施例に係るシールドボックスの構成を示す斜視図。

【図8】 第5実施例に係るプラズマCVD装置の構成を示す模式図。

【図9】 第6実施例に係るプラズマCVD装置の構成を示す模式図。

【図10】 第7実施例及び第8実施例に係るプラズマCVD装置の構成を示す模式図。

【図11】 第9実施例に係るプラズマCVD装置の構成を示す模式図。

【図12】 従来例に係る平行平板電極型プラズマCVD装置の構成を示す模式図。

【図13】 従来例に係るECRプラズマCVD装置の構成を示す模式図。

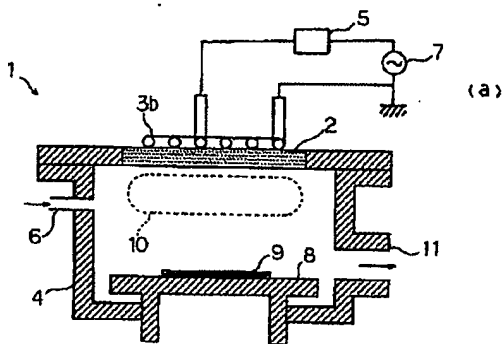
【符号の説明】

1、15、20、26、30、40、46、48…プラズマCVD装置
2、21…誘電体窓
3a、3b…アンテナ
4、22、27、31、41、47、49…真空容器
6、25…ガス導入ポート

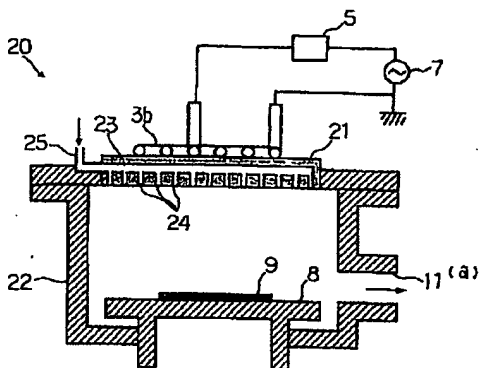
7…高周波電源
 8、42…試料台
 9…試料
 10…プラズマ
 12…膜厚測定装置
 17…制御装置
 18…計算機
 23…ガス通路
 24…ガス放出口
 28…キャリアガス導入ポート（キャリアガス導入手

段）
 29…原料ガス導入ポート（原料ガス導入手段）
 32…キャリアガス導入リング（キャリアガス導入手段）
 33…原料ガス導入リング（原料ガス導入手段）
 43…中心軸
 44…排気ポート
 45…排気口
 50…上部外郭
 53…蝶番

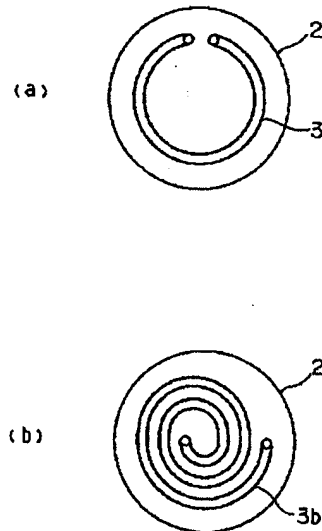
【図1】



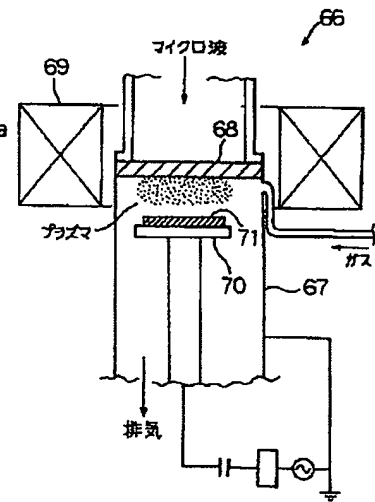
【図3】



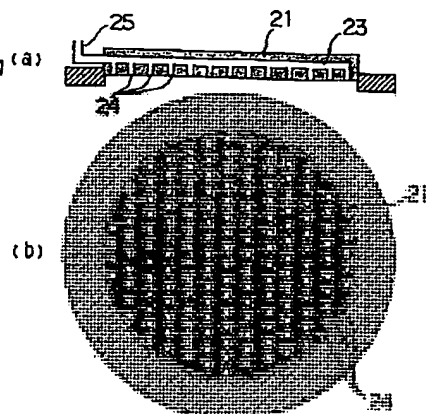
【図2】



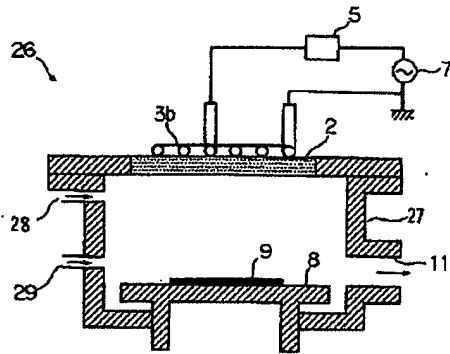
【図13】



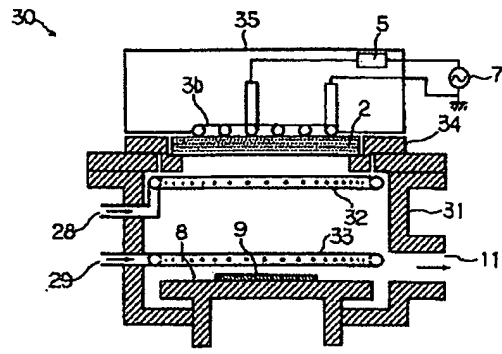
【図4】



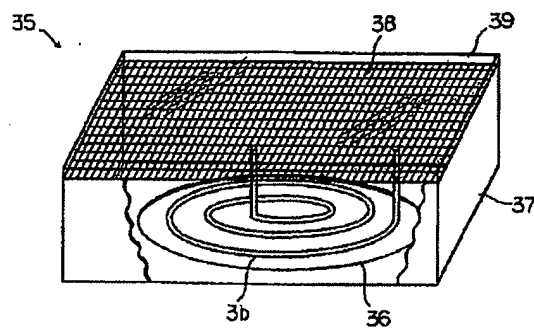
【図5】



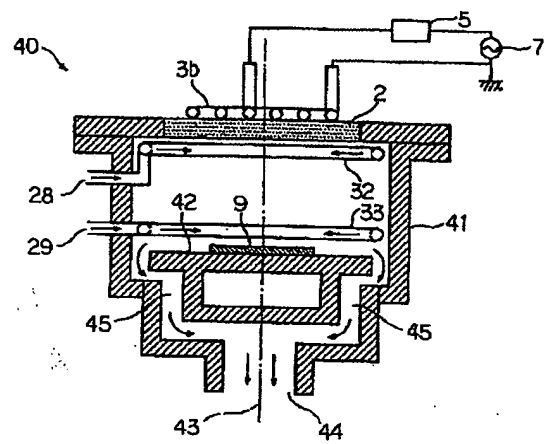
【図6】



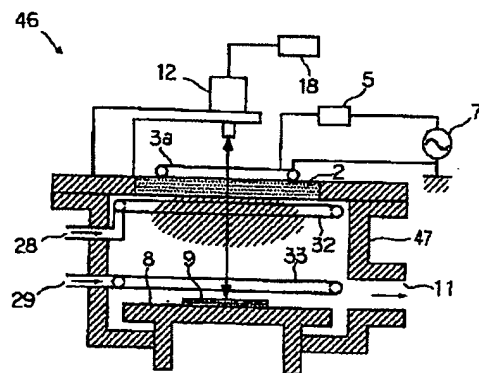
【図7】



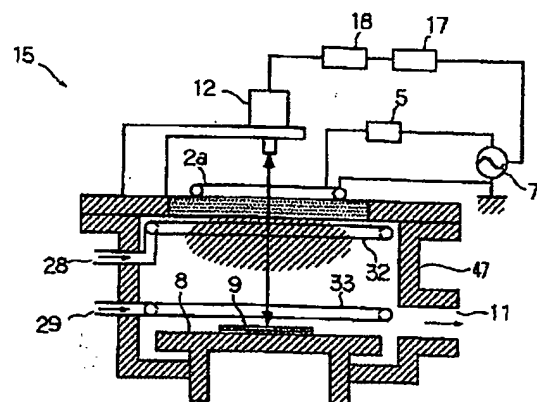
【図8】



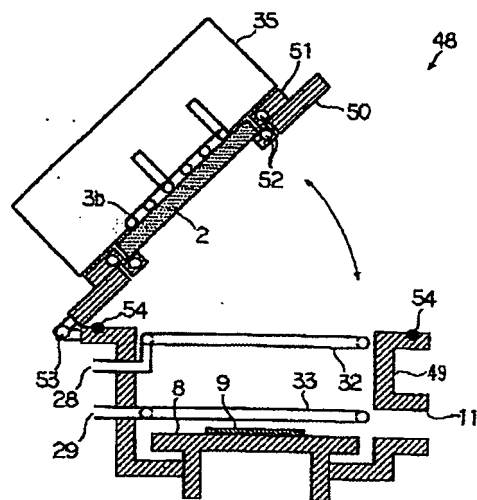
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

